

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Patentschrift  
⑯ DE 4005399 C1

⑮ Int. Cl. 5:

H01R 43/00

DE 4005399 C1

- ⑯ Aktenzeichen: P 40 05 399.7-34  
⑯ Anmelddatum: 21. 2. 90  
⑯ Offenlegungstag: —  
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 11. 4. 91

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

Jürgenhake, Bernhard, Dr.-Ing., 4782 Erwitte, DE

⑯ Erfinder:

Jürgenhake, Bernhard, Dr.-Ing., 4782 Erwitte, DE;  
Nahr, Horst, Dr., 8530 Neustadt, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 38 42 009 C1  
EP 03 67 521 A1

⑯ Verfahren zum Sichern der Anschlußqualität von Quetschverbindungen

Bei einem Verfahren zum Sichern der Anschlußqualität von Quetschverbindungen einer elektrischen Leitung mit einem diese umfassenden Kontaktteil, durch Messen einer die Qualität der Quetschverbindung kennzeichnenden Größe, durch Vergleich dieser Größe mit einem vorgegebenen Wert und Ausschluß der Quetschverbindungen von der Weiterverarbeitung, deren Größe vom Wert um mehr als einen vorgegebenen Toleranzwert abweicht, wird ein zweiter Wert vorgegeben, der vom ersten Wert um weniger als den Toleranzwert abweicht. Weiterhin wird ein zweiter Toleranzwert vorgegeben, der kleiner ist als der erste Toleranzwert. Es werden diejenigen Quetschverbindungen von der Weiterverarbeitung ausgeschlossen, deren Größe von dem zweiten Wert um mehr als den zweiten Toleranzwert abweicht. Mit diesen Maßnahmen wird ein Verfahren zum Sichern der Anschlußqualität von Quetschverbindungen geschaffen, das auf einfache und kostengünstige Weise an jeder gefertigten Quetschverbindung ohne zusätzliche Maßnahmen die Qualitätskontrolle der hergestellten Quetschverbindungen ermöglicht.

DE 4005399 C1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Sichern der Anschlußqualität von Quetschverbindungen einer elektrischen Leitung mit einem diese umfassenden Kontaktteil, durch Messung einer die Qualität der Quetschverbindung kennzeichnenden Größe, durch Vergleich dieser Größe mit einem vorgegebenen Wert und Ausschluß der Quetschverbindungen von der Weiterverarbeitung, deren Größe vom Wert um mehr als einen vorgegebenen Toleranzwert abweicht.

Bei der lötfreien Quetschverbindung von Kontaktteilen und elektrischen Leitungen (Crimpen) werden in der Regel die nach oben offenen, U-förmigen Schenkel eines Kontaktteils um ein elektrisches Kabel eingerollt. Das elektrische Kabel besteht hierbei aus mehreren einzelnen verseilten Litzen und einer PVC- oder einer ähnlichen Isolation. Das Einrollen und damit das Herstellen der Quetschverbindungen geschieht, indem ein entsprechend geformtes, oberes Werkzeugteil (Oberstempel oder Crimpstempel) gegen ein feststehendes, unteres Werkzeugteil (Amboß) gefahren wird, wobei die offenstehenden, U-förmig gebogenen Krallen des Kontaktteils um das Kupferkabel gerollt werden. Entscheidend für eine dauerhafte Quetschverbindung ist, daß es zu einer deutlichen Verformung des Kupferleiters kommt, dahingehend daß die runden Kupferlitzen so verformt werden, daß alle Hohlräume ausgefüllt werden (gasdichte Verpressung). Dies gilt für denjenigen Teil der Quetschverbindung, der das abgesetzte Ende des Kabels umrollt (Drahtcrimp). Hinter dem Drahtcrimp liegt in der Regel ein Isolationscrimp, der den nicht abgesetzten Bereich des Drahtes zum Zwecke der Zugentlastung umgreift.

Die Gasdichtigkeit der Quetschverbindung wird in der Regel durch Schliffbilder ermittelt. Diese Art der Qualitätskontrolle ist jedoch wegen der Zerstörung der Quetschverbindung nur stichprobenartig durchführbar und ermöglicht nicht die Qualitätskontrolle jeder einzelnen Quetschverbindung. Es sind jedoch Größen der Quetschverbindung meßbar, die eine indirekte Aussage über die Gasdichtigkeit und damit ein wesentliches Qualitätsmerkmal der Quetschverbindung ermöglichen.

Eine dieser Größen ist die Messung der Preßkraft, die beim Einrollen des Kontaktteils um die verseilte Litze im Werkzeug aufgebaut wird. Diese Preßkraft ist von dem Widerstand abhängig, den das Kontaktteil und die Litze auf das Werkzeug ausüben und insofern ein Maß für die Gasdichtigkeit. Eine andere repräsentative Größe für die Gasdichtigkeit ist die Höhe des gequetschten Teils. Bei gegebener äußerer Kontur der Quetschverbindung, welche in der Regel von der Form des Werkzeuges und der Kontaktteile abhängt, hängt der Verpressungsgrad bzw. Verformungsgrad des Kupferquerschnitts direkt von der Höhe der Quetschverbindung ab. Die Quetschverbindungshöhe ist die Höhe zwischen dem Amboßabdruck am verformten Kontaktteil und der Oberseite des eingerollten Kontaktes.

Bei den üblichen Kabelquerschnitten von etwa 0,5 bis 2,5 mm<sup>2</sup> werden die Crimphöhen von den Herstellern in der Regel mit einem dem Kunden garantierten, vorgegebenen Toleranzwert von ± 0,03 bis 0,05 mm gefertigt. Innerhalb dieser Bandbreite ist eine gasdichte Verpressung gewährleistet.

Zum Beispiel die Höhe einer Quetschverbindung ist als Qualitätskriterium allgemein anerkannt. Sie ist jedoch nur dann aussagefähig, wenn zusätzliche Qualitätsforderungen eingehalten werden. Zum Beispiel dürfen

beim Abisolieren keine Litzen aus dem verseilten Draht abgeschnitten werden.

Des weiteren muß die Isolierung mittig zwischen dem Draht- und dem Isolationscrimp abisoliert sein. Es dürfen keine Isolationsreste unter die Drahtquetschverbindung geraten.

Diese weiteren Qualitätsanforderungen können nicht überwacht werden, wenn die gemessene Größe mit den z. B. vorgegebenen Toleranzwerten verglichen wird, da

10 z. B. beim Fehlen zweier Litzen des Drahtes oder beim Einquetschen von Isolationsresten die gemessene Höhe sich nur um ca. 0,02 mm ändert. Diese Änderung liegt innerhalb des durch den vom vorgegebenen Wert und dem vorgegebenen Toleranzwert aufgespannten Toleranzbereichs und führt nicht zum Ausschluß der entsprechenden Quetschverbindung von der Weiterverarbeitung. Um diese Fehler zu erfassen, ist bei dem vorbekannten Verfahren also zusätzlich eine Sichtkontrolle erforderlich.

20 Die Erfindung hat die Aufgabe, ein Verfahren zum Sichern der Anschlußqualität von Quetschverbindungen zu schaffen, das auf einfache und kostengünstige Weise an jeder gefertigten Quetschverbindung ohne zusätzliche Maßnahmen die Qualitätskontrolle der hergestellten Quetschverbindungen ermöglicht.

25 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein zweiter Wert vorgegeben wird, der vom ersten Wert um weniger als den Toleranzwert abweicht, daß ein zweiter Toleranzwert vorgegeben wird, der kleiner ist als der erste Toleranzwert, und daß die Quetschverbindungen von der Weiterverarbeitung ausgeschlossen werden, deren Größe von dem zweiten Wert um mehr als den zweiten Toleranzwert abweicht.

30 Es hat sich gezeigt, daß unter üblichen Fertigungsbedingungen die Bandbreite der qualitativ einwandfreien Quetschverbindungen bezüglich z. B. der Höhe der gequetschten Bereiche innerhalb eines durch den zweiten Wert und den zweiten Toleranzwert aufgespannten Toleranzfeldes mit zweiten Toleranzwerten von ± 0,005 mm liegen. Werden Isolationsreste mit unter die Quetschverbindung gequetscht, oder fehlen einige Litzen des Kabelquerschnittes, so führt dies aufgrund der unterschiedlichen Preßkraft zu unterschiedlichen Aufbäumungen der Presse, die zum Herstellen der Quetschverbindungen verwendet wird. Diese unterschiedlichen Aufbäumungen liegen in der Regel in der Größenordnung von ± 0,02 mm. Grenzt man nun erfindungsgemäß das Toleranzfeld durch Wahl des zweiten Wertes und erfindungsgemäß Wahl des zweiten Toleranzwertes auf einen Wert ein, der nennenswert kleiner ist als der erste vorgegebene Toleranzwert, so kann man auch derartige feine Fehler der Quetschverbindung erkennen.

35 Damit in jedem Falle die Anforderungen des großen Toleranzfeldes, vorgegeben durch den ersten Wert und den ersten Toleranzwert, erfüllt werden, ist es erfindungsgemäß erforderlich, daß der zweite Wert um weniger als den ersten Toleranzwert vom ersten Wert abweicht.

40 Mit diesen Maßnahmen ist also die Qualitätskontrolle der hergestellten Quetschverbindungen nicht nur hinsichtlich der Gasdichtheit, sondern auch hinsichtlich der unerwünschten Quetschungen mit eingeklemmten Isolierungen und fehlenden Litzen möglich. Dies wird erfindungsgemäß allein durch die Vorgabe eines zweiten Wertes und eines zweiten Toleranzwertes möglich, so daß das erfindungsgemäß Verfahren einfach und kostengünstig ist. Da insbesondere die Messung der Größe

der Quetschverbindungen zerstörungsfrei erfolgt, kann im Fertigungsprozeß jede hergestellte Quetschverbindung überwacht werden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des erfundungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Es ist vorteilhaft, wenn der zweite Wert um weniger als den ersten Toleranzwert abzüglich des zweiten Toleranzwertes vom ersten Wert abweicht, um die Weiterverarbeitung von Quetschverbindungen zu vermeiden, die zwar innerhalb des zweiten Toleranzbereiches, jedoch außerhalb des ersten Toleranzbereiches liegen.

Um die Herstellung von Quetschverbindungen zu ermöglichen, die möglichst genau dem vom Kunden vorgegebenen Sollwert, der dem ersten Wert entspricht, entsprechen, ist es vorteilhaft, wenn der zweite Wert gleich dem ersten Wert gewählt wird.

Der erste Wert und/oder der erste Toleranzwert kann entsprechend einer zugehörigen deutschen Industrie-Norm für Quetschverbindungen oder entsprechend kundenspezifischer Mindestqualitätsanforderungen vorgegeben werden. Sowohl die deutsche Industrie-Norm als auch die kundenspezifischen Qualitätsanforderungen lassen üblicherweise große Toleranzwerte zu.

Es ist besonders vorteilhaft, wenn der zweite Wert und/oder der zweite Toleranzwert abhängig von der mechanischen Steifigkeit und/oder dem Verschleißzustand einer Presse und/oder eines in die Presse eingespannten Werkzeugs zum Herstellen der Quetschverbindungen vorgegeben wird. Die mechanische Steifigkeit und der Verschleißzustand sind wesentliche bestimmende Größen für die Genauigkeit, mit der eine Quetschverbindung hergestellt werden kann. Die entsprechende Anpassung des zweiten Wertes und/oder des zweiten Toleranzwertes ist innerhalb des großen Toleranzbereiches, bestimmt durch den ersten Wert und den ersten Toleranzwert, vergleichsweise einfach.

Es ist weiterhin besonders vorteilhaft, wenn der zweite Wert und/oder der zweite Toleranzwert abhängig von den Materialeigenschaften des Kontaktteils und/oder der Leitungen vorgegeben wird. Diese Materialeigenschaften sind insbesondere die Blechstärke des Kontaktteils und die Leitungsquerschnitte, die aufgrund von Fertigungstoleranzen des Kontaktteils und aufgrund unterschiedlicher Leitfähigkeiten der Kupferseelen der Leitungen schwanken können. Mit welcher Qualität eine Quetschverbindung hergestellt werden kann, ist also auch von der Qualität der Ausgangsprodukte abhängig.

Um in nahezu jedem Fall die Einquetschung von Isolationsresten und die Verminderung von Leitungsquerschnitten durch fehlende Kupferlitzen der Leitungen zu erfassen, ist es besonders vorteilhaft, wenn der zweite Toleranzwert kleiner gewählt wird als die Veränderung der gemessenen Größe bei verminderter Leitungsquerschnitten und/oder Isolationsresten in der Quetschverbindung. Die mit diesen Qualitätsmängeln verbundene Veränderung der gemessenen Größe ist für den Fachmann üblicherweise bekannt.

Es ist weiterhin besonders vorteilhaft, wenn der zweite Wert innerhalb eines durch den ersten Wert und den ersten Toleranzwert vorgegebenen Toleranzbereichs veränderlich ist. Aufgrund von Instabilitäten im Fertigungsprozeß, die sich z. B. durch Wärmedehnung der Presse und des Werkzeugs bei steigender Zahl der hergestellten Quetschverbindungen und durch schleichen den Verschleiß des Werkzeugs ergeben können, können die gemessenen Werte aus dem durch den zweiten Wert und den zweiten Toleranzwert vorgegebenen zweiten

Toleranzbereich, der relativ eng gewählt wurde, herauswandern. Da die Vorgabe der Werte und Toleranzwerte üblicherweise den Qualitätskontrolleuren bzw. Einrichtern der Pressen vorbehalten bleibt, könnte dies zu wiederholtem Produktionsstillstand führen, weil zwar qualitativ einwandfreie Quetschverbindungen hergestellt werden, jedoch aufgrund der beschriebenen Instabilitäten in der Herstellung diese Quetschverbindungen als fehlerhaft erkannt werden. Insbesondere deshalb kann man den zweiten Wert veränderlich gestalten, um dieses Herauswandern des gemessenen Wertes, das nicht auf schlechte Quetschverbindungen zurückzuführen ist, zu kompensieren.

In diesem Zusammenhang kann der Mittelwert der Größen einer vorgegebenen Anzahl von Quetschverbindungen gebildet werden, die nicht von der Weiterverarbeitung ausgeschlossen wurden, und kann der zweite Wert gleich dem Mittelwert gesetzt werden. Mit diesen Maßnahmen können insbesondere stochastische Fehler wegen unterschiedlicher Höhe der Kontaktteile und unterschiedlicher Leitungsquerschnitte kompensiert werden. Mit diesen Maßnahmen ist aber auch eine Nachführung des zweiten Wertes abhängig von Instabilitäten der verwendeten Presse beispielsweise möglich.

Da die beschriebenen Instabilitäten im Fertigungsprozeß üblicherweise eine bestimmte Richtung des Herauswanderns des gemessenen Wertes aus dem engen Toleranzbereich vorgeben, ist es besonders vorteilhaft, wenn der zweite Wert abhängig von der Temperatur einer Presse und/oder eines in die Presse eingespannten Werkzeugs zum Herstellen der Quetschverbindungen veränderlich ist. Ebenso ist es möglich, daß der zweite Wert abhängig vom Verschleiß einer Presse und/oder eines in die Presse eingespannten Werkzeugs zum Herstellen der Quetschverbindungen veränderlich ist. In letzterem Fall kann z. B. der zweite Wert abhängig von der Stückzahl der hergestellten Quetschverbindungen veränderlich sein, was z. B. mittels eines üblicherweise vorhandenen Zählers an der Presse zum Ermitteln der Höhe der Presse möglich ist.

Im einfachsten Fall kann der zweite Wert durch den Bediener einer Presse zum Herstellen der Quetschverbindungen veränderlich sein. Diese Maßnahme erfordert keine umfangreichen Veränderungen an der Presse und dem Werkzeug. Diese Maßnahme ist insbesondere dann praktikabel, wenn nicht unbedingt bei jeder hergestellten Quetschverbindung eine Nachführung des zweiten Wertes erforderlich ist.

Die gemessene Größe der Quetschverbindung kann eine Höhe des gequetschten Teils sein, wobei in diesem Falle die vorgegebenen Werte ebenfalls Höhenmaße sind. Wie vorher beschrieben, ist die Messung der Höhe des gequetschten Bereichs eine anerkannte Meßmethode zur Qualitätserfassung. In diesem Zusammenhang kann, wie dies häufig von Kunden gefordert wird, der erste Toleranzwert etwa 0,03 bis 0,05 mm betragen. Aufgrund der Steifigkeit der heute verwendeten Pressen kann der zweite Toleranzwert etwa 1/5 bis 1/10 dieses ersten Toleranzwertes betragen. Vorteilhaft kann der zweite Toleranzwert kleiner als 0,01 mm gewählt werden. Bei sehr steifen Pressen, deren Verschleißzustand gut ist, kann der zweite Toleranzwert durchaus mit etwa 0,05 mm gewählt werden.

Die gemessene Größe der Quetschverbindung kann auch die Preßkraft einer Presse zum Herstellen der Quetschverbindung sein, wobei in diesem Falle die vorgegebenen Werte Kräfte sind. Die Preßkraft ist von der Höhe der Quetschverbindung abhängig und stellt inso-

fern ebenfalls ein vergleichsweise sicheres Maß zum Ermitteln der Qualität einer Quetschverbindung dar. Diese Druckmessung ist auf verschiedene Weise, z. B. durch Messung der Verwindung eines Pressenständers oder durch Verwendung eines unmittelbar druckempfindlichen Elementes möglich.

Um das Nachmessen der Größe, die für das erfundungsgemäße Verfahren erforderlich ist, an jeder Quetschverbindung nach dem Verlassen der Presse zu vermeiden, ist es besonders vorteilhaft, wenn bei einer Einrichtung zur Durchführung des erfundungsgemäßen Verfahrens an einer Presse oder an einem in die Presse eingespannten Werkzeug eine Einrichtung zur Messung der Größe der Quetschverbindung vorgesehen ist. Die Messung der Größe erfolgt dann beim Herstellen der Quetschverbindung und erübrigt das Nachmessen von Hand. Dies ist insbesondere bei hohen Verarbeitungsgeschwindigkeiten von großem Vorteil.

In diesem Zusammenhang kann eine Auswerteeinrichtung vorgesehen sein, durch die der erste Wert und die Toleranzwerte vorgebbar sind und durch die der zweite Wert veränderlich ist. Dies ist vorteilhaft zur Automation der gesamten Qualitätsicherung. Mit diesen Maßnahmen werden Fehlmessungen und Fehlvergleiche der gemessenen Größe mit den vorgegebenen Werten vermieden.

Die Auswerteeinrichtung kann vorteilhaft Sicherungsmittel, insbesondere Schlüsselschalter aufweisen, die die Vorgabe des ersten Werts und der Toleranzwerte durch Unbefugte verhindern. Die Vorgabe dieses Werts und der Toleranzwerte sollte erfahrenem Bedienungspersonal, wie Einrichtern oder Qualitätskontrolleuren vorbehalten sein, um Fehleinstellungen zu vermeiden.

Die Auswerteeinrichtung kann besonders vorteilhaft Mittel zum automatischen Verändern des zweiten Werts aufweisen, um z. B. mit jeder neuen Quetschverbindung, die hergestellt wird, den zweiten Wert nachführen zu können. Eine Nachführung des zweiten Werts ist so quasi kontinuierlich möglich.

Die Auswerteeinrichtung kann Signalmittel zur Anzeige von Quetschverbindungen aufweisen, die von der Weiterverarbeitung ausgeschlossen werden. Damit kann dem Bedienungspersonal das Aussortieren von schlechten Quetschverbindungen erleichtert werden. Diese Maßnahme ist auch Voraussetzung für ein automatisches Ausschneiden fehlerhafter Quetschverbindungen.

Um die unnötige Herstellung einer Vielzahl fehlerhafter Quetschverbindungen zu vermeiden, ist es besonders vorteilhaft, wenn die Auswerteeinrichtung eine Presse zum Herstellen der Quetschverbindungen abschaltet, sobald eine vorgegebene Zahl von Quetschverbindungen aus einer vorgegebenen zweiten Zahl von Quetschverbindungen von der Weiterverarbeitung ausgeschlossen wurde. Dieser Fall deutet auf einen grundlegenden Fehler bei der Herstellung der Quetschverbindungen hin und sollte zu einer Abschaltung der Presse führen, die eine Kontrolle durch das Fachpersonal ermöglicht.

Ein Ausführungsbeispiel einer Einrichtung zur Durchführung des erfundungsgemäßen Verfahrens ist in den Zeichnungen dargestellt und wird im folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigt

Fig. 1 ein an eine elektrische Leitung angequetschtes Kontaktteil,

Fig. 2 eine Presse mit einem darin eingespannten

Werkzeug zum Herstellen von Quetschverbindungen gemäß Fig. 1,

Fig. 3 ein Diagramm, aus dem der erfundungsgemäße Aufbau der Toleranzbereiche durch die vorgegebenen Werte und Toleranzwerte ersichtlich ist, und

Fig. 4 ein Diagramm, aus dem ein erfundungsgemäßer Verfahrensablauf ersichtlich wird.

Fig. 1 ist mit (H) die Höhe des gequetschten Abschnitts (3) eines Kontaktteils (1) gekennzeichnet, die 10 zur Messung der Anschlußqualität mit der elektrischen Leitung (2) gemessen wird. Wird z. B. von dem gequetschten Abschnitt (3) des Kontaktteils (1) die Isolierung der elektrischen Leitung (2) oder ein Teil davon mit erfaßt, so ist die Höhe (H) des gequetschten Abschnitts 15 (3) wesentlich größer als in dem Fall, in dem der abisolierte Endabschnitt der elektrischen Leitung ordnungsgemäß umfaßt wird. Werden nicht alle Litzen der elektrischen Leitung von dem gequetschten Teil erfaßt, so ergibt die Messung der Höhe (H) einen erkennbaren, 20 geringeren Wert. Dieser Unterschied ist selbst dann meßbar, wenn nur wenige, z. B. 2 Litzen, nicht mit erfaßt sind. Dieser Unterschied führt zu einer Veränderung der gemessenen Größe, in diesem Falle der Höhe (H), um etwa 0,02 mm.

25 In der Fig. 2 ist das über die Welle (4) angetriebene Pressenoberteil bzw. Pressenbär (5) und das Pressenunterteil mit (8) gekennzeichnet. In dem Pressenbär oder Pressenoberteil (5) ist das Werkzeugoberteil (6) ein-, 30 und auf das Pressenunterteil (8) ist das Werkzeugunterteil (7) fest aufgespannt. Auf den Amboß des Werkzeugunterteils (7) ist der zu quetschende Abschnitt (3) des Kontaktteils (1) aufgelegt. Beim Zusammenpressen von Pressenoberteil (5) und Pressenunterteil (8) wird das Werkzeugoberteil (6) auf das Werkzeugunterteil (7) 35 herunterbewegt, so daß der Abschnitt (3) auf die elektrische Leitung (2) aufgequetscht wird. Diese Quetschung wird in ihrer gemessenen Höhe (H) durch die Formgestalt des Kontaktteils (1) und durch den Querschnitt der elektrischen Leitung (2) bestimmt. Zugleich wird abhängig von dieser Quetschhöhe (H) auch der Druck oder die 40 Preßkraft (P) bestimmt, mit der die Presse auf die Quetschverbindung drückt.

Diese Höhe (H) ist in Fig. 1 an dem gequetschten Abschnitt (3) gekennzeichnet und kann durch eine in der Fig. 2 schematisch angedeutete Auswerteeinrichtung (9) ermittelt werden. Grundsätzlich ist es möglich, auch die Preßkraft (P) mit einer derartigen Auswerteeinrichtung (9) zu ermitteln.

In der Fig. 3 ist eine waagerechte Skala dargestellt, 50 auf der die Höhe (H) in Millimetern aufgetragen ist. Im vorliegenden Fall ist ein erster Wert, der als erster Höhensollwert vorgegeben wird, mit (W1) gekennzeichnet und beträgt 2,000 mm in diesem Ausführungsbeispiel. Ein zweiter vorgegebener Wert (W2), der ebenfalls ein 55 Höhensollwert ist, entspricht dem ersten Wert (W1) und beträgt also ebenfalls 2,000 mm.

Ausgehend von dem ersten Wert (W1) wird durch erste Toleranzwerte (TW1), die Höhentoleranzen vorgeben, ein erster Toleranzbereich (TB1) aufgespannt.

60 Der erste Toleranzwert (TW1) beträgt im vorliegenden Ausführungsbeispiel 0,05 mm. Dies ist ein Wert, wie er üblicherweise mittels Datenblättern den Abnehmern derartiger Quetschverbindungen garantiert wird. Bei der beschriebenen Wahl des ersten Toleranzwerts (TW1) ergibt sich ein erster Toleranzbereich (TB1), der von 1,950 bis 2,050 mm reicht. Das heißt, liegt die gemessene Höhe (H) des gequetschten Abschnitts (3) der hergestellten Quetschverbindung innerhalb des Bereichs

von 1,950 bis 2,050 mm, so wird die per Datenblatt festgeschriebene Qualitätsanforderung der Quetschverbindung erfüllt, und es wird davon ausgegangen, daß eine gasdichte Quetschverbindung hergestellt wurde.

Durch zweite Toleranzwerte (TW2) wird, ausgehend vom zweiten Wert (W2), ein zweiter Toleranzbereich (TB2) vorgegeben, der wesentlich kleiner ist als der erste Toleranzbereich (TB1). Im vorliegenden Ausführungsbeispiel beträgt der zweite Toleranzwert (TW2) 0,005 mm, so daß der zweite, engere Toleranzbereich (TB2) von 1,995 bis 2,005 mm für die gemessene Höhe des gequetschten Abschnitts (3) reicht. Liegen die gemessenen Höhen der Quetschverbindungen innerhalb dieses zweiten Toleranzbereichs (TB2) von 1,995 bis 2,005 mm, so kann der Hersteller der Quetschverbindung einerseits davon ausgehen, daß die hergestellte Quetschverbindung gasdicht ist. Zudem werden jedoch die Quetschverbindungen erkannt, bei denen Isolierungsreste mit eingeklebt wurden oder Litzen der verwendeten elektrischen Leitung (2) fehlen, da in diesen Fällen die Abweichung vom ersten vorgegebenen Wert (W1) bzw. zweiten vorgegebenen Wert (W2) etwa 0,02 mm beträgt, so daß in diesem Falle die Höhe der Quetschverbindung außerhalb des vorgegebenen zweiten Toleranzbereichs (TB2) liegt.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann also im Gegensatz zum Vorbekanntnen nicht nur ermittelt werden, ob die hergestellte Quetschverbindung gasdicht ist, sondern auch ob die weiteren Qualitätsanforderungen erfüllt sind, nämlich daß keine Litzen der elektrischen Leitung (2) fehlen und daß keine Isolierungsreste mit eingeklebt wurden. Bei der heute üblichen Steifigkeit der verwendeten Pressen zum Herstellen der Quetschverbindungen und bei der Oberflächenhärte der verwendeten Werkzeuge ist eine entsprechend Fig. 3 enge Wahl des zweiten Toleranzbereichs (TB2) durchaus möglich.

In Fig. 4 sind gleiche oder gleichwirkende Teile wie in der Fig. 3 mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Man erkennt in der Fig. 4 wiederum den ersten Toleranzbereich (TB1), der um einen ersten vorgegebenen Wert (W1) herum entsprechend der Vorgaben gemäß Fig. 3 angeordnet ist. Im Fall der Fig. 4 ist der zweite Wert (W2) derart gewählt, daß er in seiner Höhenlage nicht mit dem ersten Wert (W1) übereinstimmt. Diese Wahl des zweiten Wertes kann sich z. B. dann anbieten, wenn der Einrichter der Maschine davon ausgeht, daß aufgrund der fortschreitenden Erwärmung der Presse bei wachsender Stückzahl der hergestellten Quetschverbindungen die z. B. gemäß Fig. 1 am Werkzeug gemessene Höhe (H) der Quetschverbindungen innerhalb des Toleranzbereichs (TB1) im wesentlichen in eine Richtung, im Fall der Fig. 4 in Richtung zu größer werdenden Höhen (H) wandert. Dies ist möglich, weil in die Höhenmessung gemäß Fig. 2 auch die Höhe von Teilen des Werkzeugoberteils (6) und Werkzeugunterteils (7) eingehen, die z. B. temperaturabhängig ist.

In der Fig. 4 ist in der Figur nach unten eine Achse gezeichnet, auf der die gefertigte Stückzahl (n) der hergestellten Quetschverbindungen aufgetragen wird. Der zweite Toleranzbereich (TB2), der um den zweiten vorgegebenen Wert (W2) herum entsprechend Fig. 3 konstruiert wurde, ist im Ausführungsbeispiel der Fig. 4 derart gelegt, daß die in der Fig. 4 unteren Höhengrenzen der Toleranzbereiche (TB1 und TB2) gleich sind. Es wird davon ausgegangen, daß in Fig. 4 mit steigender Stückzahl die Höhe der Quetschverbindungen zunimmt. Dies ist der Fall, wenn man über eine erste Stückzahl

(n1) von hergestellten Quetschverbindungen, über zweite Stückzahlen (n2), dritte Stückzahlen (n3), vierte Stückzahlen (n4), fünfte Stückzahlen (n5), sechste Stückzahlen (n6) und siebte Stückzahlen (n7) die gemessenen und tolerierbaren Höhen (H) verfolgt.

Dabei wird davon ausgegangen, daß z. B. bei in etwa der Stückzahlen (n2) eine erste gemessene Höhe einer Quetschverbindung (H1) innerhalb des Toleranzbereichs (TB2) liegt und insofern als einwandfreie Quetschverbindung erkannt wird. Dies gilt ebenfalls für eine zweite gemessene Höhe (H2) einer Quetschverbindung, die ebenfalls innerhalb dieses Toleranzbereichs (TB2) liegt. Eine dritte gemessene Höhe (H3) der Quetschverbindung liegt jedoch außerhalb des zweiten Toleranzbereichs (TB2) und wird insofern als fehlerhafte Quetschverbindung erkannt, da bei der gemessenen Stückzahl (n2) die gemessene Höhe oberhalb des durch den zweiten Toleranzbereich (TB2) vorgegebenen Werts liegt.

Liegt diese gemessene Höhe (H3) oberhalb des zweiten Toleranzbereichs (TB2), so wird davon ausgegangen, daß z. B. Isolierungsreste der Isolierung der elektrischen Leitung (2) mit in den gequetschten Abschnitt (3) eingeklebt wurden, was die hergestellte Quetschverbindung bei den gestellten hohen Qualitätsanforderungen unbrauchbar macht. Die Quetschverbindung, bei der die dritte Höhe (H3) gemessen wurde, würde dann von der Weiterverarbeitung ausgeschlossen. Dies gilt gemäß Fig. 4 jedoch nur bei in etwa der zweiten Stückzahl (n2), die z. B. 2000 gefertigten Steckverbindungen entspricht. Würde diese Höhe (H3) bei der dritten Stückzahl (n3) gemessen, die z. B. 3000 hergestellten Quetschverbindungen entspricht, so hätte sich die Lage des zweiten Toleranzbereichs (TB2) aufgrund der Verschiebung des zweiten Werts (W2) innerhalb des ersten Toleranzbereichs (TB1) derart geändert, daß diese dritte gemessene Höhe (H3) als Höhe einer einwandfreien Quetschverbindung ermittelt würde, und die entsprechende Quetschverbindung würde nicht von der Weiterverarbeitung ausgeschlossen. Diese Änderung der Lage des zweiten Toleranzbereichs (TB2) kann z. B. auf eine Erwärmung der Presse und/oder des Werkzeugs zurückzuführen sein, die eine Anpassung des zweiten Wertes (W2) und damit der Lage des zweiten Toleranzbereichs (TB2) erfordert.

Wie in der Fig. 4 dargestellt, würde etwa ab der siebten Stückzahl (n7) die Presse einen Zustand erreichen, in dem sie ihre Betriebstemperatur erlangt hat, und die gemessenen Höhen (H) der Quetschverbindungen wären in diesem Fall nur noch unwesentlich von der Temperatur der Presse abhängig. In diesem Fall können, wie bei den Stückzahlen (n8, n9 und n10) angedeutet, z. B. Änderungen der Stärke des elektrischen Kontaktteils oder des Querschnitts der elektrischen Leitung (2) eine Anpassung des zweiten Wertes (W2) und damit der Lage des zweiten Toleranzbereichs (TB2) erfordern. Diese Anpassung der Lage des zweiten Toleranzbereichs (TB2) an diese stochastischen Höhenänderungen der hergestellten Quetschverbindungen könnte z. B. statistisch erfolgen dadurch, daß der Mittelwert einer vorgegebenen Anzahl von Quetschverbindungen gebildet wird, die nicht von der Weiterverarbeitung ausgeschlossen wurden, das heißt die als einwandfreie Quetschverbindungen erkannt wurden. Der zweite Wert (W2) könnte dann gleich dem gemessenen Mittelwert gesetzt werden. Die Änderung des Wertes (W2) würde in diesem Falle quasi kontinuierlich erfolgen. Der in der Fig. 4 dargestellte Versatz der zweiten Toleranzbereiche

(TB2) ist darauf zurückzuführen, daß jeweils nur für bestimmte diskrete Stückzahlen die vorgegebenen zweiten Toleranzbereiche (TB2) eingezeichnet sind.

Wie im Fall der elften Stückzahl (n11) dargestellt, kann z. B. auch aufgrund dieser stochastischen Änderungen der zweite Toleranzbereich (TB2) mit seiner in der Fig. 4 oberen Höhengrenze auf die obere Höhengrenze des ersten Toleranzbereichs (TB1) zu liegen kommen. Dieser Zustand ist noch unkritisch, da in diesem Fall gemessene Höhen, die innerhalb des zweiten Toleranzbereichs (TB2) liegen, auch noch innerhalb des ersten Toleranzbereichs (TB1) liegen.

Ein kritischer Fall kann sich ergeben, wenn — wie im Falle der zwölften Stückzahl (n12) — der zweite Wert (W2) auf der Grenze des ersten Toleranzbereichs (TB1) liegt, so daß der in der Fig. 4 rechte Teil des zweiten Toleranzbereichs (TB2) außerhalb des ersten Toleranzbereichs (TB1) liegt. In diesem Fall kann es vorkommen, daß hergestellte Quetschverbindungen zwar aufgrund der gemessenen Höhe (H), die innerhalb des zweiten Toleranzbereichs (TB2) liegt, noch als gut erkannt werden könnten. Da jedoch die gemessene Höhe außerhalb des ersten Toleranzbereichs (TB1) liegt, werden auch diese Quetschverbindungen als fehlerhafte Quetschverbindungen von der Weiterverarbeitung ausgeschlossen, da sie die vom Kunden gewünschte Mindestqualitätsanforderung hinsichtlich der Höhe (H) nicht erfüllen. In diesem Fall sind grundsätzlich zwei Vorgehensweisen möglich. Einerseits kan die Herstellung von Quetschverbindungen fortgesetzt werden, wobei im Falle der zwölften Stückzahl (n12) alle Quetschverbindungen ausgeschieden werden, deren Höhe außerhalb des ersten Toleranzbereichs (TB1) liegt. Es ist jedoch auch möglich, grundsätzlich bei dem erfindungsgemäßen Verfahren diesen Fall derart zu behandeln, daß z. B. die Presse zum Herstellen der Quetschverbindungen abgeschaltet wird, wenn der zweite Wert (W2) auf der Grenze des ersten Toleranzbereichs (TB1) zu liegen kommt oder so nahe an diese Grenze heranrückt, daß die in der Fig. 4 rechte Grenze des zweiten Toleranzbereichs (TB2) eine größere Höhe zuläßt als die rechte Grenze des ersten Toleranzbereichs (TB1).

Es sei nochmals ausdrücklich festgestellt, daß die bei der elften Stückzahl (n11) und bei der zwölften Stückzahl (n12) dargestellten Fälle Sonderfälle sind, bei denen beispielsweise aufgrund stochastischer Änderungen der Stärke des Kontaktteils (1) oder des Querschnitts der elektrischen Leitung (2) eine Vielzahl fehlerhafter Quetschverbindungen hergestellt werden. Üblicherweise wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sichergestellt, daß Quetschverbindungen hergestellt werden, die hinsichtlich des gemessenen, für die Qualität der Quetschverbindungen kennzeichnenden Werts innerhalb des durch Datenblätter garantierten ersten Toleranzbereichs (TB1) liegen. Der zweite Toleranzbereich (TB2) schwankt üblicherweise nur innerhalb dieses ersten Toleranzbereichs. Durch Wahl des engen zweiten Toleranzbereichs (TB2) ist jedoch die Qualität der hergestellten Quetschverbindungen nicht nur hinsichtlich der Forderung — Gasdichtheit — sondern auch hinsichtlich der weiteren Forderungen — keine eingekquetschten Isolierstoffreste — und — alle Litzen der elektrischen Leitungen mit eingekquetscht — überprüfbar, ohne daß hierzu weitere externe, zeitaufwendige Kontrollmaßnahmen erforderlich sind.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Sichern der Anschlußqualität von Quetschverbindungen einer elektrischen Leitung mit einem diese umfassenden Kontaktteil, durch Messen einer die Qualität der Quetschverbindung kennzeichnenden Größe, durch Vergleich dieser Größe mit einem vorgegebenen Wert und Ausschluß der Quetschverbindungen von der Weiterverarbeitung, deren Größe vom Wert um mehr als einen vorgegebenen Toleranzwert abweicht, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweiter Wert (W2) vorgegeben wird, der vom ersten Wert (W1) um weniger als den Toleranzwert (TW1) abweicht, daß ein zweiter Toleranzwert (TW2) vorgegeben wird, der kleiner ist als der erste Toleranzwert (TW1), und daß die Quetschverbindungen von der Weiterverarbeitung ausgeschlossen werden, deren Größe (H) von dem zweiten Wert (W2) um mehr als den zweiten Toleranzwert (TW2) abweicht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Wert (W2) um weniger als den ersten Toleranzwert (TW1) abzüglich des zweiten Toleranzwertes (TW2) vom ersten Wert (W1) abweicht.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Wert (W2) gleich dem ersten Wert (W1) ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Wert (W1) und/oder der erste Toleranzwert (TW1) entsprechend der zugehörigen deutschen Industrie-Norm (DIN) oder kundenspezifischer Mindestqualitätsanforderungen vorgegeben wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Wert (W2) und/oder der zweite Toleranzwert (TW2) abhängig von der mechanischen Steifigkeit und/oder dem Verschleißzustand einer Presse (4, 5, 8) und/oder eines in die Presse (4, 5, 8) eingespannten Werkzeugs (6, 7) zum Herstellen der Quetschverbindung vorgegeben wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Wert (W2) und/oder der zweite Toleranzwert (TW2) abhängig von den Materialeigenschaften des Kontaktteils (1) und/oder der Leitung (2) vorgegeben wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Toleranzwert (TW2) kleiner gewählt wird als die Veränderung der Größe (H) bei verminderten Leitungsquerschnitten und/oder Isolationsresten in der Quetschverbindung.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Wert (W2) innerhalb eines durch den ersten Wert (W1) und den ersten Toleranzwert (TW1) vorgegebenen Toleranzbereichs (TB1) veränderlich ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Mittelwert der Größen (H) einer vorgegebenen Anzahl von Quetschverbindungen gebildet wird, die nicht von der Weiterverarbeitung ausgeschlossen wurden, und daß der zweite Wert (W2) gleich dem Mittelwert gesetzt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Wert (W2) abhängig von der Temperatur einer Presse (4, 5, 8) und/oder eines in die Presse (4, 5, 8) eingespannten Werkzeuges (6, 7) zum Herstellen der Quetschverbindung

veränderlich ist.

11. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Wert (W2) abhängig vom Verschleiß einer Presse (4, 5, 8) und/oder eines in die Presse (4, 5, 8) eingespannten Werkzeuges (6, 7) zum Herstellen der Quetschverbindung veränderlich ist. 5

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Wert (W2) abhängig von der Stückzahl (n) der hergestellten Quetschverbindungen veränderlich ist. 10

13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Wert (W2) durch den Bediener einer Presse (4, 5, 8) zum Herstellen der Quetschverbindung veränderlich ist. 15

14. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gemessene Größe eine Höhe (H) der Quetschverbindung ist, und daß die vorgegebenen Werte (W1, W2, TW1, TW2) Höhenmaße sind. 20

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Toleranzwert (TW1) etwa 0,03 bis 0,05 mm beträgt. 25

16. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Toleranzwert (TW2) etwa 1/5 bis 1/10 des ersten Toleranzwertes (TW1) beträgt. 25

17. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Toleranzwert (TW2) kleiner als 0,01 mm gewählt wird. 30

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Toleranzwert (TW2) etwa 0,005 mm beträgt. 35

19. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gemessene Größe die Preßkraft (P) einer Presse (4, 5, 8) zum Herstellen der Quetschverbindung ist, und daß die vorgegebenen Werte (W1, W2, TW1, TW2) Kräfte sind. 40

20. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an einer Presse (4, 5, 8) und/oder an einem in die Presse (4, 5, 8) eingespannten Werkzeug (6, 7) eine Einrichtung zur Messung der Größe (H, P) der Quetschverbindung vorgesehen ist. 45

21. Einrichtung nach Anspruch 20 zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Auswerteeinrichtung (9) vorgesehen ist, durch die der erste Wert (W1) und die Toleranzwerte (TW1, TW2) vorgebbar sind und durch die der zweite Wert (W2) veränderlich ist. 50

22. Einrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinrichtung (9) Sicherungsmittel, insbesondere Schlüsselschalter aufweist, die die Vorgabe des ersten Wertes (W1) und der Toleranzwerte (TW1, TW2) durch Unbefugte verhindern. 55

23. Einrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinrichtung (9) Mittel zum automatischen Verändern des zweiten Wertes (W2) aufweist. 60

24. Einrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinrichtung (9) Signalmittel zur Anzeige von Quetschverbindungen aufweist, die von der Weiterverarbeitung ausgeschlossen werden. 65

25. Einrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinrichtung (9) eine Presse (4, 5, 8) zum Herstellen der Quetschverbindungen abschaltet, sobald eine vorgegebene Zahl

von Quetschverbindungen aus einer vorgegebenen zweiten Zahl von Quetschverbindungen von der Weiterverarbeitung ausgeschlossen wurden.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

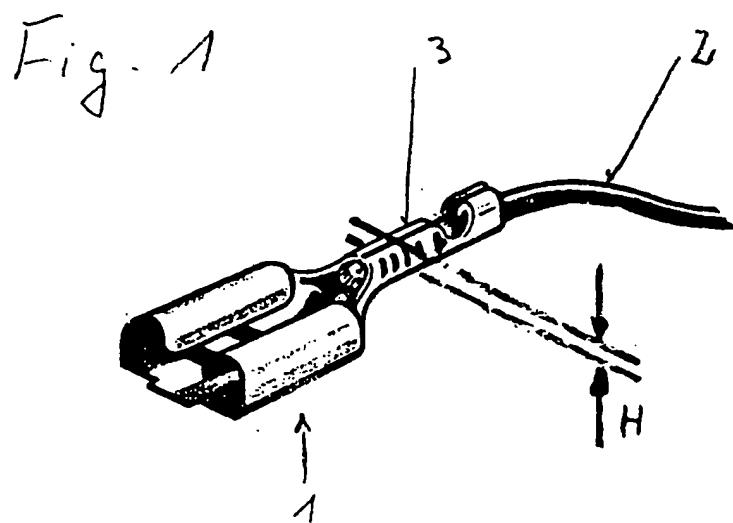


Fig. 2

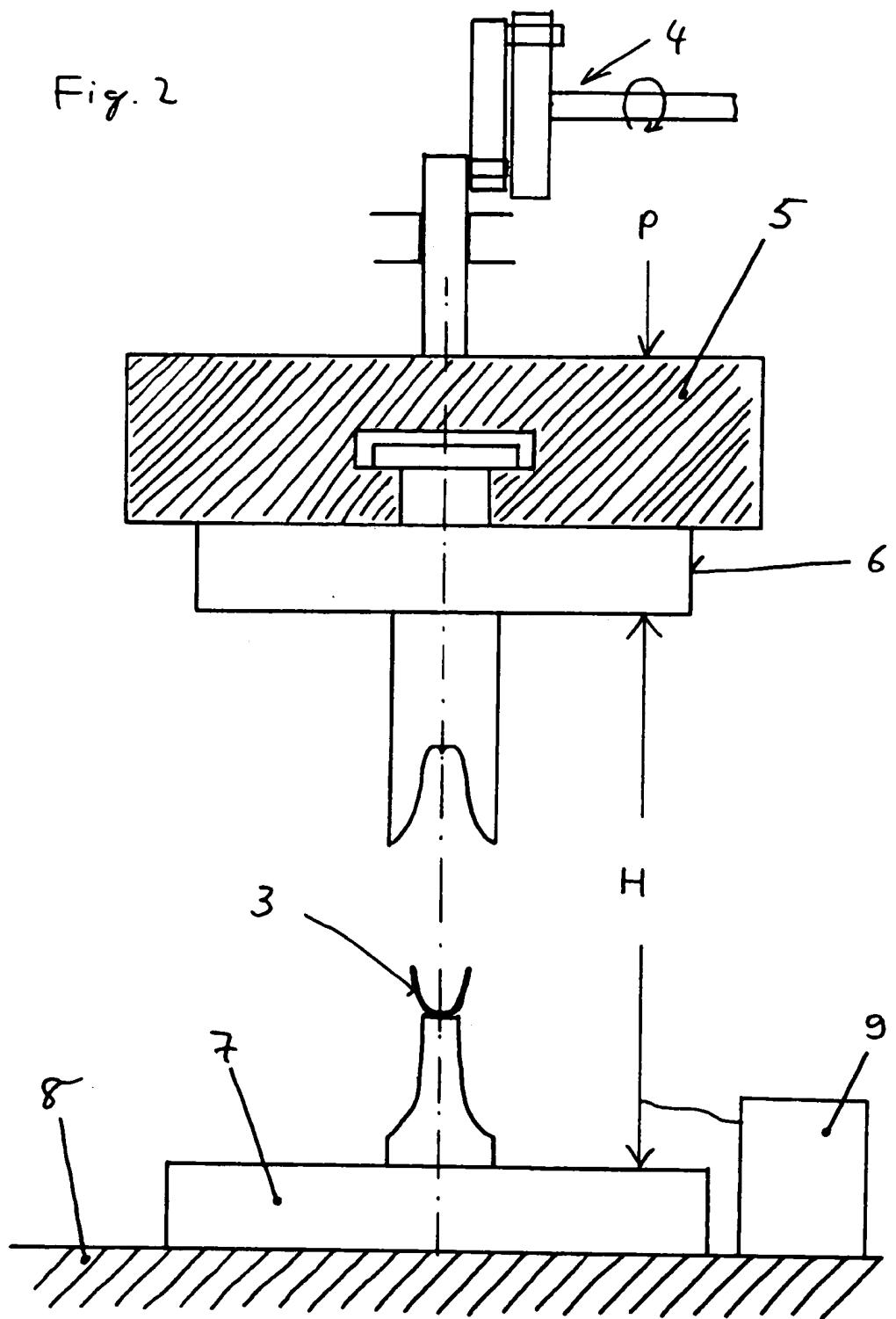


Fig. 3

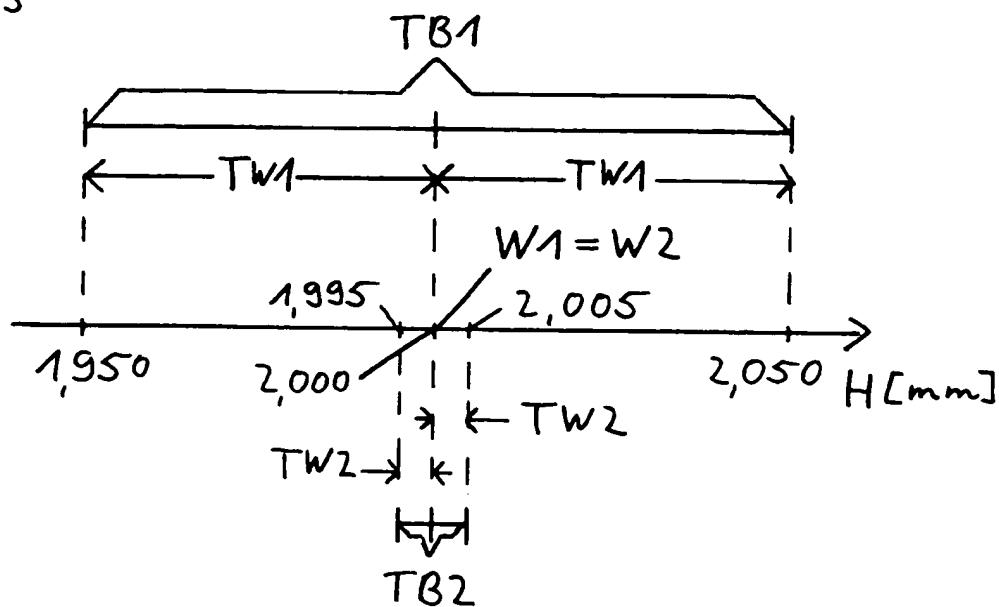


Fig. 4

